



【書類名】 特許願  
【整理番号】 NTTH106083  
【提出日】 平成10年10月05日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 C08G 77/04  
C07D303/04  
【発明の名称】 高分子光導波路パターン形成方法  
【請求項の数】 4  
【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 豊田 誠治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 今村 三郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 都丸 暁

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 栗原 隆

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 圓佛 晃次

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 林田 尚一

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077481

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷 義一

【選任した代理人】

【識別番号】 100088915

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 和夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013424

【納付金額】 21000

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701393

【プルーフの要否】 要

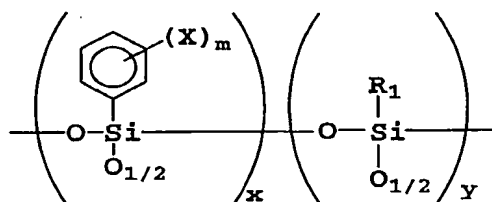
【書類名】 明細書

【発明の名称】 高分子光導波路パターン形成方法

【特許請求の範囲】

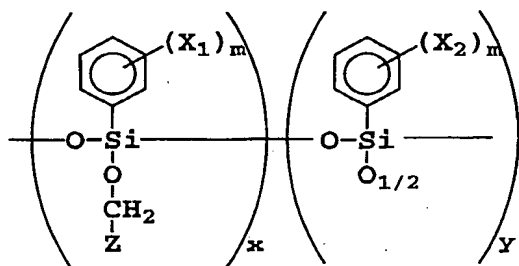
【請求項 1】 基板上に反応性オリゴマーおよび光重合開始剤を含む感光性物質を層状に形成し、該層にマスクを通して UV 光を照射するか、あるいはパターン形状部分にのみ直接 UV 光を照射してパターン形状の潜像を形成し、その後未照射部を溶媒にて除去することにより光が通るコア部分のリッジパターンを形成する高分子光導波路パターン形成方法であって、前記反応性オリゴマーが、一般式 (1), (2), (3), (4), (5) および (6) からなる群から選ばれる少なくとも 1 つであることを特徴とする高分子光導波路パターン形成方法。

【化 1】



(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数であり、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、xおよびyはともに0であることはなく、R<sub>1</sub>は、メチル基、エチル基またはイソプロピル基を表す)

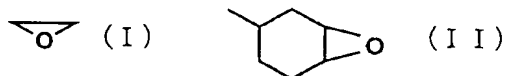
【化 2】



(式中、X<sub>1</sub> および X<sub>2</sub> はそれぞれ同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の

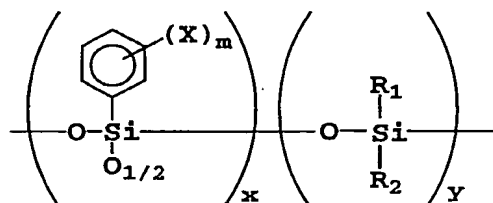
整数を表し、Zは下記式(I)または(II)

【化3】



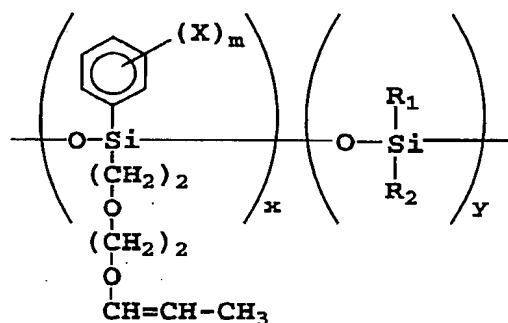
に示されるエポキシ基であり、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、yはxよりも小さく0であってもよい)

【化4】



(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数を表し、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、xおよびyはともに0であることはなく、R<sub>1</sub> および R<sub>2</sub> は、それぞれ同一でも異なっていてよく、メチル基、エチル基またはイソプロピル基を表す)

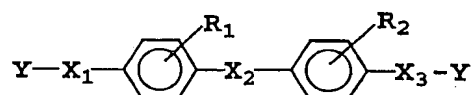
【化5】



(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数を表し、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、xおよびyはともに0であることはなく、R<sub>1</sub> および R<sub>2</sub> は、それ

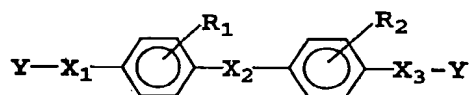
ぞれ同一でも異なっているいてもよく、メチル基、エチル基またはイソプロピル基を表す)

【化 6】



(式中、 $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ同一でも異なっているいてもよく、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフルオロメチル基を表し、 $X_1$  ,  $X_2$  および  $X_3$  はそれぞれ同一でも異なっているいてもよく、アルキル基、アルキルエーテル基または芳香環を含む連結基を表わし、 $Y$  は重合活性基を表す)

【化 7】



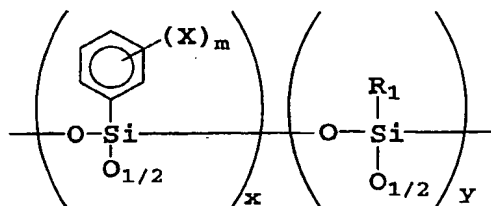
(式中、 $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ同一でも異なっているいてもよく、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフルオロメチル基を表し、 $X_1$  ,  $X_2$  および  $X_3$  はそれぞれ同一でも異なっているいてもよく、アルキル基、アルキルエーテル基または芳香環を含み、かつ少なくとも一個のOH基を含む連結基を表わし、 $Y$  は重合活性基を表す)

【請求項 2】 前記感光性物質が、さらに架橋剤を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の高分子光導波路パターン形成方法。

【請求項 3】 基板上にクラッド部分形成用樹脂層およびコア部分形成用の感光性物質の層をこの順に形成し、該コア部分形成用の感光性物質の層にマスクを通してUV光を照射するか、あるいはコア部分となるべきパターン部分にのみ直接UV光を照射してコア部分パターンの潜像を形成し、その後未照射部を溶媒にて除去することにより光を通るコア部分を形成し、次いで該コア部分を埋め込むように前記クラッド部分形成用樹脂層と同一の樹脂からなる層形成する、高分子光導波路パターン形成方法であって、前記感光性物質が、それぞれ反応性オリゴマーおよび光重合開始剤を含み、かつ、前記反応性オリゴマーが、一般式 (1

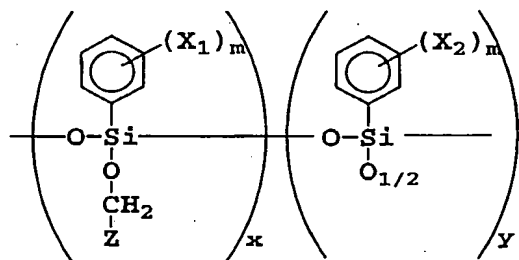
), (2), (3), (4), (5) および (6) からなる群から選ばれる少なくとも1つであることを特徴とする高分子光導波路パターン形成方法。

【化 8】



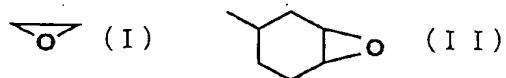
(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数であり、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、xおよびyはともに0であることはなく、R<sub>1</sub>は、メチル基、エチル基またはイソプロピル基を表す)

【化 9】



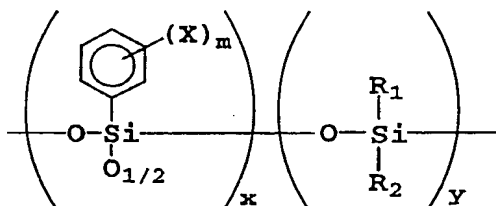
(式中、X<sub>1</sub> および X<sub>2</sub> はそれぞれ同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数を表し、Zは下記式 (I) または (II)

【化 10】



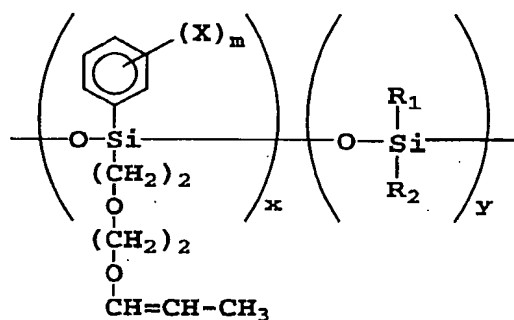
に示されるエポキシ基であり、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、yはxよりも小さく0であってもよい)

【化 1 1】



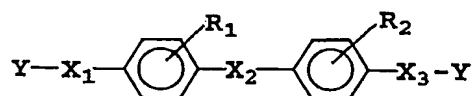
(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数を表し、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、xおよびyはともに0であることはなく、R<sub>1</sub> および R<sub>2</sub> は、それぞれ同一でも異なってもよく、メチル基、エチル基またはイソプロピル基を表す)

【化 1 2】



(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数を表し、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、xおよびyはともに0であることはなく、R<sub>1</sub> および R<sub>2</sub> は、それぞれ同一でも異なってもよく、メチル基、エチル基またはイソプロピル基を表す)

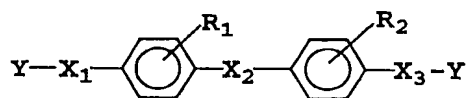
【化 1 3】



(式中、R<sub>1</sub> および R<sub>2</sub> はそれぞれ同一でも異なってもよく、水素原子、ハ

ロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフルオロメチル基を表し、 $X_1$ 、 $X_2$  および  $X_3$  はそれぞれ同一でも異なってもよく、アルキル基、アルキルエーテル基または芳香環を含む連結基を表わし、 $Y$  は重合活性基を表す)

【化 1 4】



(式中、 $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフルオロメチル基を表し、 $X_1$ 、 $X_2$  および  $X_3$  はそれぞれ同一でも異なってもよく、アルキル基、アルキルエーテル基または芳香環を含み、かつ少なくとも一個の  $OH$  基を含む連結基を表わし、 $Y$  は重合活性基を表す)

【請求項 4】 前記コア部分形成用の感光性物質が、さらに架橋剤を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の高分子光導波路パターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高分子材料を用いた高分子光導波路パターン形成方法に関するものであり、一般光学や微小光学分野で、かつ、光通信または光情報処理の分野で用いられる種々の光導波路、光集積回路、光配線板等に利用できる。

【0002】

【従来の技術】

高分子材料はスピンコート法やディップ法等により容易に薄膜を形成することができ、大面積の光導波路を作製するのに適している。また、かかる方法によれば、成膜に際して高温での熱処理工程を含まないので、高温での熱処理が困難な半導体基板やプラスチック基板等の基板上に光導波路を作製できるという利点がある。更に、高分子の柔軟性や強靱性を活かしたフレキシブルな光導波路の作製も可能である。このような理由から、光通信の分野で用いられる光集積回路、光情報処理の分野で用いられる光配線板等の光導波路部品等を、高分子光学材料を



用いて大量・安価に製造することが期待されている。

【 0 0 0 3 】

高分子光学材料は耐熱性又は耐湿性といった耐環境性の点で問題があるとされてきたが、近年、ベンゼン環などの芳香族基を含有させたり、あるいは無機高分子を用いることにより耐熱性を向上させた材料が例えば、特開平 3 - 4 3 4 2 3 号に開示されている。高分子材料は上述のように薄膜形成や熱処理工程などに特徴をもっており、耐熱性や耐湿性といった問題点も改善されつつある。

【 0 0 0 4 】

高分子光導波路の作成方法としては、高分子中にモノマーを含ませておき、光照射により一部分モノマーと反応させて照射部分と非照射部分との間に屈折率差を作るフォトリソグラフィあるいは選択光重合法（黒川ら、アプライドオプティクス第 1 7 巻第 6 4 6 頁、1 9 7 8 年）、リソグラフィやエッチングなど半導体加工に用いる方法を適用したもの（今村ら、エレクトロニクスレター、第 2 7 巻第 1 3 4 2 頁、1 9 9 1 年）、簡易性が高く、量産性にも優れている感光性高分子あるいはレジストを用いた方法（トレウェスら、SPIE 第 1 1 7 7 巻第 3 7 9 頁、1 9 8 9 年）がある。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、これまでの感光性材料は、厚膜にすればするほど紫外領域または可視領域における散乱が多くなり、光透過特性が劣化し、特に厚膜におけるパターン信頼性が低く、硬化した際の解像度が悪くなり、作製した導波路にも損失等の点で悪影響を与えた。また透明性の低減による材料の吸収損失等が配慮されていなかったもので、光導波路の損失が高いという欠点を有していた。このため当該材料を用いて作製された光部品等は実用性の点で不十分な面があった。

【 0 0 0 6 】

耐熱性を向上させるためにベンゼン環などの芳香族基を含有させると、ベンゼン環などの芳香族基が配向して光学的異方性を発現するため複屈折が大きくなる。したがって、かかる材料を用いて作製された光導波路等は偏波依存性を有しており、入射光の強度が一定であったとしても偏波面の変動によりその出力特性が

変動してしまう。特に、シングルモード系の光導波路として実際に用いる場合には問題であった。偏波依存性を解消するには偏光子等と組み合わせて用いることが必要であるが、光デバイスの構成がかなり複雑になるという欠点があった。

【 0 0 0 7 】

本発明の高分子光導波路パターン形成方法は、このような現状に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡易なパターン形成能を有し、耐熱性及び耐湿性に優れ、複屈折が小さく、加工性に優れた反応性オリゴマーを用いることにより、簡易で量産性に優れ、かつ光部品との接続が容易に行われる高分子光導波路パターンを形成することにある。

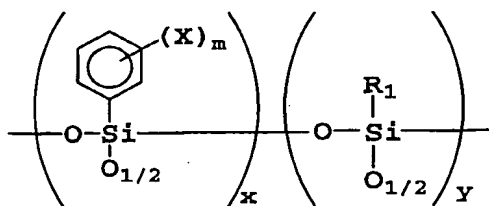
【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

請求項1の高分子光導波路パターン形成方法の発明は、基板上に反応性オリゴマーおよび光重合開始剤を含む感光性物質を層状に形成し、該層にマスクを通してUV光を照射するか、あるいはパターン形状部分にのみ直接UV光を照射してパターン形状の潜像を形成し、その後未照射部を溶媒にて除去することにより光が通るコア部分のリッジパターンを形成する高分子光導波路パターン形成方法であって、前記反応性オリゴマーが、一般式(1)，(2)，(3)，(4)，(5)および(6)からなる群から選ばれる少なくとも1つであることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

【化15】



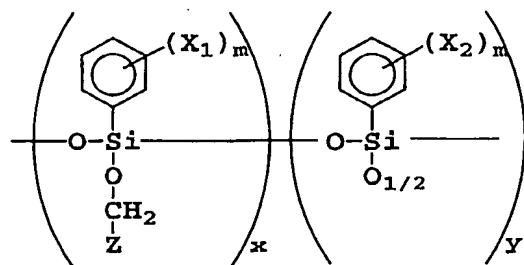
【 0 0 1 0 】

(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数であり、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の

割合を示し、 $x$ および $y$ はともに0であることはなく、 $R_1$ は、メチル基、エチル基またはイソプロピル基を表す)

【0011】

【化16】

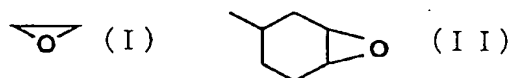


【0012】

(式中、 $X_1$  および  $X_2$  はそれぞれ同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、 $m$ は1～5の整数を表し、 $Z$ は下記式(I)または(II)

【0013】

【化17】

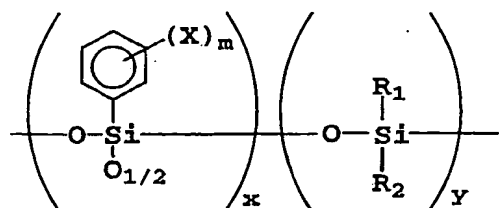


【0014】

に示されるエポキシ基であり、 $x$ および $y$ はそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、 $y$ は $x$ よりも小さく0であってもよい)

【0015】

【化18】

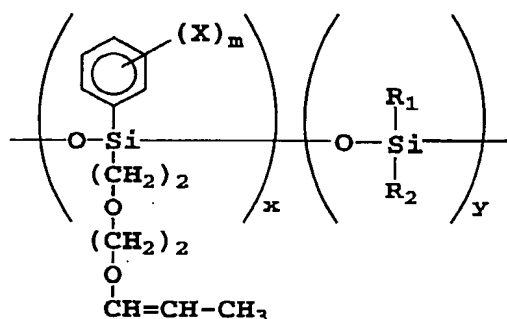


【 0 0 1 6 】

(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数を表し、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、xおよびyはともに0であることはなく、 $R_1$  および  $R_2$  は、それぞれ同一でも異なってもよく、メチル基、エチル基またはイソプロピル基を表す)

【 0 0 1 7 】

【化19】

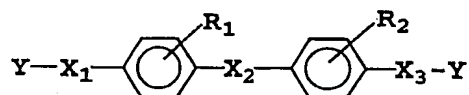


【 0 0 1 8 】

(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基またはアルコキシ基を表し、mは1～5の整数を表し、xおよびyはそれぞれ各繰り返し単位の割合を示し、xおよびyはともに0であることはなく、 $R_1$  および  $R_2$  は、それぞれ同一でも異なってもよく、メチル基、エチル基またはイソプロピル基を表す)

【 0 0 1 9 】

【化20】



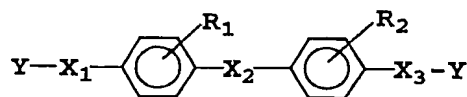
【 0 0 2 0 】

(式中、 $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフルオロメチル基を表し、X

$X_1$ ,  $X_2$  および  $X_3$  はそれぞれ同一でも異なってもよく、アルキル基、アルキルエーテル基または芳香環を含む連結基を表わし、Yは重合活性基を表す)

【 0 0 2 1 】

【化 2 1】



【 0 0 2 2 】

(式中、 $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフルオロメチル基を表し、 $X_1$ ,  $X_2$  および  $X_3$  はそれぞれ同一でも異なってもよく、アルキル基、アルキルエーテル基または芳香環を含み、かつ少なくとも一個のOH基を含む連結基を表わし、Yは重合活性基を表す)

ここで、前記感光性物質は、さらに架橋剤を含むことができる。

【 0 0 2 3 】

請求項3の高分子光導波路パターン形成方法の発明は、基板上にクラッド部分形成用樹脂層およびコア部分形成用の感光性物質の層をこの順に形成し、該コア部分形成用の感光性物質の層にマスクを通してUV光を照射するか、あるいはコア部分となるべきパターン部分にのみ直接UV光を照射してコア部分パターンの潜像を形成し、その後未照射部を溶媒にて除去することにより光を通るコア部分を形成し、次いで該コア部分を埋め込むように前記クラッド部分形成用樹脂層と同一の樹脂からなる層を形成する、高分子光導波路パターン形成方法であって、前記感光性物質が、それぞれ反応性オリゴマーおよび光重合開始剤を含み、かつ、前記反応性オリゴマーが、上記、一般式(1), (2), (3), (4), (5)および(6)からなる群から選ばれる少なくとも1つであることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

ここで、前記コア部分形成用の感光性物質は、さらに架橋剤を含むことができる。

【 0 0 2 5 】

本発明者らは、これらの反応性オリゴマー材料が、簡易なパタン形成能を有し、耐熱性及び耐湿性に優れ、複屈折が小さく、光部品との接続が容易な高分子光導波路パターンを形成できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【 0 0 2 6 】

すなわち、本発明は、光照射により膜を硬化し適当な溶媒で現像する事により急峻で滑らかな壁面を持つ導波路リッジパターンを形成することができる。また従来の高分子材料では厚膜での導波路加工が非常に難しかったが、本発明によれば厚膜でも容易に導波路を加工することができる。さらに本発明によれば、液状オリゴマーの光硬化体の複屈折が  $1 \times 10^{-3}$  以下にまで低減され、偏波依存性を許容値以下に低減することが可能となる。また、高分子光学材料の分子量を調整することにより、薄膜の形成工程に対応した適当な粘性を得ることができる。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の内容を更に詳細に説明する。

【 0 0 2 8 】

本発明においては、基板上にまたはクラッド層上に感光性物質を層状に形成する。この感光性物質は、反応性オリゴマーおよび光開始重合剤を含むが、さらに架橋剤を含むことができる。

【 0 0 2 9 】

本発明に用いられる反応性オリゴマーは、エポキシ系オリゴマー、シリコーン系オリゴマーまたはアクリル系オリゴマーである。具体的には、上記式 (1) ~ (6) のいずれかで表される化合物であり、これらは混合されていてもよい。

【 0 0 3 0 】

本発明に用いられる感光性物質が反応性オリゴマーであることの利点は、

- 1) 硬化前の高分子材料の状態を非常に均一にすることができるので、紫外領域または可視域の光透過特性に優れ、硬化して形成された膜が厚くても十分な解像度を有すること、
- 2) 硬化前の高分子材料の状態がオリゴマーであるため、基板等に凹凸部分があ

っても平坦化が可能であり、またくまなく浸透するので様々な形状に対応した膜形成が可能であること、

3) オリゴマーがランダムに連結され硬化するため、硬化後の材料は複屈折性が小さくなること、

にある。

#### 【 0 0 3 1 】

本発明に用いられるエポキシ系オリゴマー材料の高分子化は、成分中に含まれるエポキシ基あるいはアルコキシ基と、水酸基との間がUV光照射により結合し、架橋することによって行われる。架橋反応を効率よく十分に起こさせるためには光重合開始剤を添加することが望ましい。感光性物質が架橋剤を含む場合には、架橋剤中のエポキシ基あるいはアルコキシ基と、水酸基との間がUV光照射により結合し、架橋することによって高分子化してもよい。

#### 【 0 0 3 2 】

本発明に用いられる光重合開始剤としては、通常光重合開始剤として用いられているものであれば特に制限はなく、スルホニウム塩、オスミウム塩等の光カチオン重合開始剤が代表的なものとしてあげられる。

#### 【 0 0 3 3 】

架橋剤としては光カチオン重合開始剤により開環あるいは脱水縮合するもので、例えば2感応性以上の脂環エポキシ、(3-グリシドキシプロピル)トリメトキシシラン、(3-グリシドキシプロピル)メチルジエトキシシラン、ジフェニルシランジオールなどのエポキシ化合物、シランカップリング剤、シラノール化合物、アルコキシ化合物などが代表的なものとして挙げられる。その他のシランカップリング剤としては、例えば、アミノプロピルトリエトキシシラン、トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2-テトラヒドロオクチルトリエトキシシラン、N-β-(アミノエチル)-γ-アミノプロピルトリメトキシシラン、N-β-(アミノエチル)-γ-アミノプロピルトリエトキシシラン、N-ビス[β-(アミノエチル)]-γ-アミノプロピルメチルジメトキシシラン、γ-メルカプトプロピルトリメトキシシラン、γ-メルカプトプロピルトリエトキシシラン、γ-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、N-β-(N-ビニルベンジルア

ミノエチル) -  $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシラン塩酸塩、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、ビニルトリアセトキシシラン、 $\gamma$ -クロロプロピルトリメトキシシラン、ヘキサメチルジシラザン、 $\gamma$ -アニリノプロピルトリメトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、オクタデシルジメチル〔3-(トリメトキシシリル)プロピル〕アンモニウムクロリド、 $\gamma$ -クロロプロピルメチルジメトキシシラン、 $\gamma$ -メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン、メチルトリクロロシラン、ジメチルジクロロシラン、トリメチルクロロシラン、ビニルトリエトキシシラン、ベンジルトリメチルシラン、ビニルトリス(2-メトキシエトキシ)シラン、 $\gamma$ -メタクリロキシプロピルトリス(2-メトキシエトキシ)シラン、 $\beta$ -(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -ウレイドプロピルトリエトキシシラン、 $\gamma$ -イソシアヌルプロピルトリエトキシシラン、n-オクチルトリエトキシシランなどが挙げられる。

【0034】

本発明において、シリコーン系オリゴマー材料の高分子化には、感光剤とシリコーン系オリゴマーとの反応による高分子化も含まれる。ここで用いられる感光剤としては、アジドピレンなどのアジド化合物、4,4'-ジアジドベンザルアセトン、2,6-ジ-(4'-アジドベンザル)シクロヘキサノン、2,6-ジ-(4'-アジドベンザル)-4-メチルシクロヘキサノンなどのビスアジド化合物、ジアゾ化合物等が代表的なものとして挙げられる。

【0035】

アクリル系オリゴマー材料の高分子化は、感光剤とアクリル系オリゴマーとの反応により行われる。ここで用いられる感光剤としてはジフェニルトリケトンベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾフェノン、アセトフェノン、ジアセチル等のカルボニル化合物や過酸化ベンゾイルなどの過酸化物、アソビスイソブチロニトリルなどのアゾ化合物、アジドピレンなどのアジド化合物、4,4'-ジアジドベンザルアセトン、2,6-ジ-(4'-アジドベンザル)シクロヘキサノン、2,6-ジ-(4'-アジドベンザル)-4-メチルシクロヘキサノンなどのビスアジド化合物、ジアゾ化合物等が代表的なものとして挙げられる。



## 【 0 0 3 6 】

本発明に従って、反応性オリゴマー材料を用いて光導波路を作製する方法を図 1 を用いて説明する。図 1 ( a ) ～ ( d ) は本発明により光導波路を形成する工程を示す概略断面図である。

## 【 0 0 3 7 】

本発明においては、反応性オリゴマーを基板あるいはクラッド上に塗布し、位置合わせしてマスクを通してあるいは直接 UV 光照射し、照射していない部分を溶媒で溶解除去することにより導波路リッジパターンを形成する。

## 【 0 0 3 8 】

具体的には、図 1 ( a ) に示すように、基板 1 上に下部クラッド部分形成用樹脂の層 2 を形成し、その上にコア部分形成用の感光性物質の層 3 を形成する。次いで、図 1 ( b ) に示すように、コア部分形状のパターンを有するマスク 4 を感光性物質の層 3 の上に被せ、マスク 4 を通して UV 光 5 を照射する。これにより、感光性物質の層 3 はコア部分 6 のみ硬化する。その後、感光性物質の層 3 のうち、UV 光の未照射部分を溶媒で溶解除去すると、図 1 ( c ) に示すようなコア部分 6 のリッジパターンが形成される。このコア部分 6 が埋め込まれるように、クラッド部分形成用樹脂の層 2 と同一の感光性樹脂を塗布して、図 1 ( d ) に示すようなクラッド部分 7 を形成する。こうして作製された光導波路は、耐溶剤性に優れ、また用いた材料の複屈折が小さいために偏波依存性が小さく、かつ低導波損失で、耐熱性、耐湿性に優れている。

## 【 0 0 3 9 】

## 【実施例】

本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例により限定されるものではない。

## 【 0 0 4 0 】

## 実施例 1

フェニルトリクロロシラン ( 2 1 1 . 5 g ) とメチルトリクロロシラン ( 3 6 . 3 g ) を脱水処理したテトラヒドロフラン 1 リットルに溶解し、ここに 6 7 . 5 g の水を液温が上昇しないようにゆっくりと滴下した。続いて、反応液を攪拌

しながら、ここに 315 g の炭酸水素ナトリウムを加えた。炭酸ガスの発生が終了した後、更に 1 時間攪拌を続けた。次いで反応液を濾過し、ロータリーエバポレータで濾液のテトラヒドロフランを留去したところ、無色透明で粘稠な液体を得た。更に、この液体を真空乾燥することによりポリマー A を得た。得られたポリマー A の分子量を GPC で測定したところ、 $M_w = 3300$ 、 $M_n = 1500$  であった。

#### 【0041】

次いで、50 g のポリマー A、25 g の UV 樹脂、光重合開始剤として 2 重量 % のスルホニウム塩および溶媒として 25 g のメチルイソブチルケトンからなる感光性物質 A を調製した。

#### 【0042】

感光性物質 A をコア、紫外線硬化型樹脂 (UV 樹脂) をクラッドとして用いる光導波路を図 1 (a) ~ (d) に示すようにして作製した。まず、シリコン基板上に UV 樹脂 2 をスピンコート法により塗布して層を形成した。この際、層の厚さが  $15 \mu\text{m}$  となるようにスピンコータの回転数を調整した。形成した層に  $7000 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  の UV 光を照射し、その後  $90^\circ\text{C}$  で 30 分間加熱して下部クラッド層を形成した。次いで、この上に感光性物質 A をスピンコート法により塗布し、コア部分形成層を形成した。ただし、スピンコータの回転数は、かかる層の厚さが  $8 \mu\text{m}$  となるように調整した。この際、下部クラッド層とコア部分形成層との間でインターミキシングは全く見られなかった。形成されたコア部分形成層を  $120^\circ\text{C}$  で 10 分間加熱し、溶媒を除去した。コア幅が  $8 \mu\text{m}$  となるようなコア部分パターンを有するマスク 4 をコア部分形成層の上におき、マスクを通して  $7000 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  の UV 光を照射した。その後、 $120^\circ\text{C}$  で 2 分間加熱することによりコア部分 6 をパターンニングした。次いで、メチルイソブチルケトンとイソプロピルアルコールを 1 : 1 で混合した混合溶媒を用いて現像し、UV 光未照射部分を除去した。これを、 $120^\circ\text{C}$  で 30 分間加熱し、コアリッジを形成した。この上に、下部クラッドを形成したのと同じ UV 樹脂を塗布し、下部クラッドを形成した場合と同様に光硬化して、コア部分 6 がクラッド部分 7 内に埋め込まれた構造の、図 1 に示すような埋め込み型チャネル光導波路を作製した。た

だし、上部クラッドの厚さはコアの上面から  $8\ \mu\text{m}$  となるようにした。

【 0 0 4 3 】

得られた光導波路をダイシングソーによって  $5\ \text{cm}$  の長さに切り出し、導波損失を測定したところ、波長  $1.3\ \mu\text{m}$  で  $1.0\ \text{dB}/\text{cm}$ 、波長  $0.633\ \mu\text{m}$  で  $1.2\ \text{dB}/\text{cm}$  以下であった。また、この光導波路の損失は  $75^\circ\text{C}/90\%\ \text{RH}$  の条件下で 1 箇月以上変動しなかった。

【 0 0 4 4 】

#### 実施例 2

実施例 1 において製造したポリマー A が  $50\ \text{g}$ 、シランカップリング剤である (3-グリシドキシプロピル) トリメトキシシランが  $5\ \text{g}$ 、光重合開始剤としてスルホニウム塩が 2 重量% および溶媒としてメチルイソブチルケトンが  $25\ \text{g}$  からなる感光性物質 B を調製した。

【 0 0 4 5 】

実施例 1 においてコア部分形成用の感光性物質として感光性物質 A の代わりに上記感光性物質 B を用いた以外は実施例 1 と同様にして、図 1 (d) に示すようなコア/クラッド構造からなる埋め込み型チャネル光導波路を作製した。ただし、上部クラッドの厚さはコアの上面から  $8\ \mu\text{m}$  となるようにした。また、下部クラッド層とコア部分形成層との間でインターミキシングは全く見られなかった。

【 0 0 4 6 】

実施例 1 と同様に、得られた光導波路をダイシングソーによって  $5\ \text{cm}$  の長さに切り出し、導波損失を測定したところ、波長  $1.3\ \mu\text{m}$  で  $0.5\ \text{dB}/\text{cm}$ 、波長  $1.55\ \mu\text{m}$  で  $0.8\ \text{dB}/\text{cm}$  以下であった。また、この光導波路の損失は  $75^\circ\text{C}/90\%\ \text{RH}$  の条件下で 1 箇月以上変動しなかった。

【 0 0 4 7 】

#### 実施例 3

実施例 1 におけるポリマー A の製造において、フェニルトリクロロシランの代わりに重水素化フェニルトリクロロシランを用いた以外は実施例 1 と同様にしてポリマー B を製造し、さらに実施例 2 においてポリマー A の代わりにポリマー B を用いた以外は実施例 2 と同様にして感光性物質 C を作製した。次いで実施例 2

と同一の工程により埋め込み型チャネル光導波路を作製した。

【 0 0 4 8 】

得られた光導波路を実施例 2 と同様にダイシングソーによって 5 c m の長さに切り出し、導波損失を測定した。その結果は、波長 1 . 3  $\mu$  m で 0 . 1 d B / c m 、波長 1 . 5 5  $\mu$  m で 0 . 5 d B / c m 以下であった。また、この光導波路の損失は 7 5  $^{\circ}$  C / 9 0 % R H の条件下で 1 箇月以上変動しなかった。

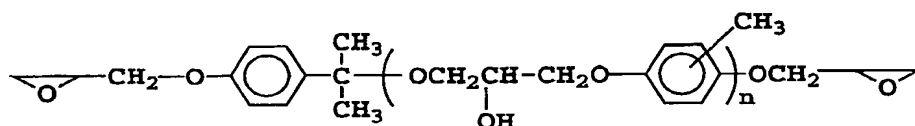
【 0 0 4 9 】

#### 実施例 4

下記構造式を有する液状のエポキシオリゴマー 1 0 0 重量 % と光重合開始剤として 2 重量 % のスルホニウム塩とから感光性物質 D を調製した。

【 0 0 5 0 】

【化 2 2】



【 0 0 5 1 】

厚さ 1 0 0  $\mu$  m のエポキシ樹脂を基板上に形成した。ただし、このエポキシ樹脂の屈折率は波長 1 . 5 5  $\mu$  m で 1 . 5 2 であった。次にスピコート法により感光性物質 D をエポキシ樹脂層上に塗布して感光性物質の層を形成した。その後、コア部分形状の導波路パターンを有するマスク越しに U V 光を照射した。ただし、U V 光の照射量は 2 0 0 0 m J / c m <sup>2</sup> であった。次いで、イソプロパノール溶液で現像したところ感光性物質の層のうち U V 光照射部が溶解し、液状エポキシオリゴマーが硬化した U V 光照射部のみが残って コア部分形状のリッジパターンが形成された。硬化後のコア部分の屈折率は波長 1 . 5 5  $\mu$  m で 1 . 5 2 5 であった。その後、このリッジパターンに光硬化時の屈折率が波長 1 . 5 5  $\mu$  m で 1 . 5 2 になるように調整されたエポキシ樹脂を塗布して硬化し、コアがクラッドに埋め込まれた図 1 に示すような光導波路を作製した。すなわち、屈折率 1 . 5 2 のエポキシ樹脂からなるクラッドと、屈折率 1 . 5 2 5 の U V 硬化エポキシ樹脂からなるコアを有するシングルモードチャネル導波路を ( コア径 8  $\mu$

$m \times 8 \mu m$ 、 $\Delta n = 0.3\%$ ) 作製することができた。

【0052】

得られた光導波路をダイシングソーによって5cmの長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、波長 $1.3 \mu m$ で1.5dB以下、波長 $1.55 \mu m$ で3.0dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長 $1.3 \mu m$ でも波長 $1.55 \mu m$ でも0.1dB以下であった。更に、この得られた光導波路の損失は $75^\circ C / 90\% RH$ の条件下で1箇月以上変動しなかった。

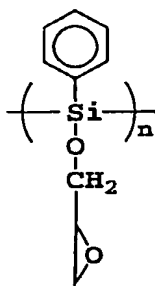
【0053】

#### 実施例5

実施例4において、感光性物質Dの代わりに、下記構造式で表される液状シリコンエポキシオリゴマー100重量%と光重合開始剤として2重量%のスルホニウム塩とから調整した感光性物質Eを用いた以外は同様にして、シングルモード用のチャンネル導波路(コア径 $8 \mu m \times 8 \mu m$ 、 $\Delta n = 0.3\%$ )を作製した。

【0054】

【化23】



【0055】

得られた光導波路をダイシングソーによって5cmの長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、 $1.3 \mu m$ で1.0dB以下、波長 $1.55 \mu m$ で1.5dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長 $1.3 \mu m$ でも波長 $1.55 \mu m$ でも0.1dB以下であった。更に、この光導波路の損失は $75^\circ C / 90\% RH$ の条件下で1箇月以上変動しなかった。

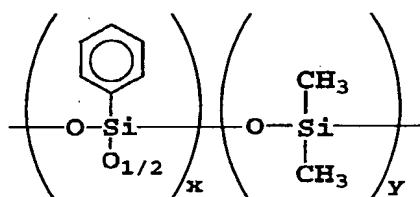
【 0 0 5 6 】

# 実施例 6

実施例 4 において、感光性物質 D の代わりに、下記構造式で表される液状シリコンエポキシオリゴマー 1 0 0 重量%と光重合開始剤として 2 重量%のスルホニウム塩とから調整した感光性物質 F を用いた以外は同様にして、シングルモード用のチャンネル導波路（コア径  $8\text{ }\mu\text{m} \times 8\text{ }\mu\text{m}$ 、 $\Delta n = 0.3\%$ ）を作製した。

【 0 0 5 7 】

【化 2 4】



【 0 0 5 8 】

得られた光導波路をダイシングソーによって 5 cm の長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、 $1.3\text{ }\mu\text{m}$  で 1.5 dB 以下、波長  $1.55\text{ }\mu\text{m}$  で 3.0 dB 以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長  $1.3\text{ }\mu\text{m}$  でも波長  $1.55\text{ }\mu\text{m}$  でも 0.1 dB 以下であった。更に、この光導波路の損失は  $75^\circ\text{C} / 90\% \text{RH}$  の条件下で 1 箇月以上変動しなかった。

【 0 0 5 9 】

次に、実施例 1 において、感光性物質 A の代わりに上述の感光性物質 F を用いた以外は同様にして、マルチモード用光導波路（深さ  $40\text{ }\mu\text{m}$ 、幅  $40\text{ }\mu\text{m}$ 、 $\Delta n = 1\%$ ）を作製した。この光導波路をダイシングソーによって 5 cm の長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、波長  $0.85\text{ }\mu\text{m}$  で 1.0 dB 以下、 $1.3\text{ }\mu\text{m}$  で 0.5 dB 以下、波長  $1.55\text{ }\mu\text{m}$  で 1.0 dB 以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は 0.1 dB 以下であった。更に、この光導波路の損失は  $75^\circ\text{C} / 90\% \text{RH}$  の条件下で 1 箇月以上変動しなかった。

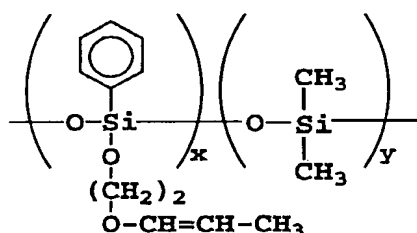
【 0 0 6 0 】

# 実施例 7

実施例 4 において、感光性物質 D の代わりに、下記構造式で表される液状シリコンビニルエーテルオリゴマー 100 重量%と光重合開始剤として 2 重量%の 2, 6-ジ(4'-アジドベンザル)-4-メチルシクロヘキサノンとから調整した感光性物質 G を用いた以外は同様にして、シングルモード用のチャンネル導波路(コア径  $8\text{ }\mu\text{m} \times 8\text{ }\mu\text{m}$ 、 $\Delta n = 0.3\%$ )を作製した。

【 0 0 6 1 】

【化 2 5】



【 0 0 6 2 】

得られた光導波路をダイシングソーによって 5 cm の長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、 $1.3\text{ }\mu\text{m}$  で 1.5 dB 以下、波長  $1.55\text{ }\mu\text{m}$  で 3.0 dB 以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は 0.1 dB 以下であった。更に、この光導波路の損失は  $75^\circ\text{C}$ 、90% RH の条件下で 1 箇月以上変動しなかった。

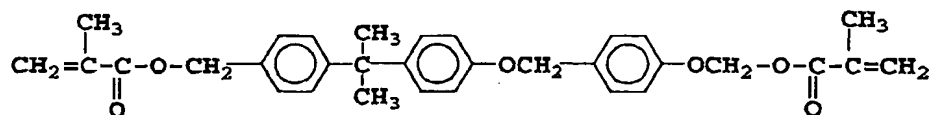
【 0 0 6 3 】

# 実施例 8

実施例 4 において、感光性物質 B の代わりに下記構造式を有する液状のアクリルオリゴマー 100 重量%と光重合開始剤として 2 重量%のジフェニルトリケトンベンゾインとから調整した感光性物質 H を用いた以外は実施例 4 と同様にしてシングルモード用光導波路(コア径  $8\text{ }\mu\text{m} \times 8\text{ }\mu\text{m}$ 、 $\Delta n = 0.3\%$ )を作製した。

【 0 0 6 4 】

【化 2 6】



【 0 0 6 5 】

得られた光導波路をダイシングソーによって5 c mの長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、波長1. 3 μ mで0. 5 d B以下、波長1. 5 5 μ mで5. 0 d B以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1. 3 μ mでも波長1. 5 5 μ mでも0. 1 d B以下であった。更に、この光導波路の損失は7 5℃ / 9 0 % R Hの条件下で1箇月以上変動しなかった。

【 0 0 6 6 】

【発明の効果】

以上詳しく説明したように、本発明によれば、簡易に、また耐熱性及び耐湿性に優れ、複屈折が小さく、光部品との接続が容易に行われる高分子光導波路パターンを形成できる。また、量産するような光導波路型部品へ有利に適用にできる。したがって、本発明は、一般光学や微小光学分野で、また、光通信や光情報処理の分野で用いられる種々の光導波路、光集積回路又は光配線板等に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

( a ) ～ ( d ) は、本発明により高分子光導波路を作製する工程を示す、導波路の断面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 下部クラッド部分形成用樹脂の層
- 3 コア部分形成層の感光性物質の層
- 4 導波路リッジパターンを有するマスク
- 5 U V 光

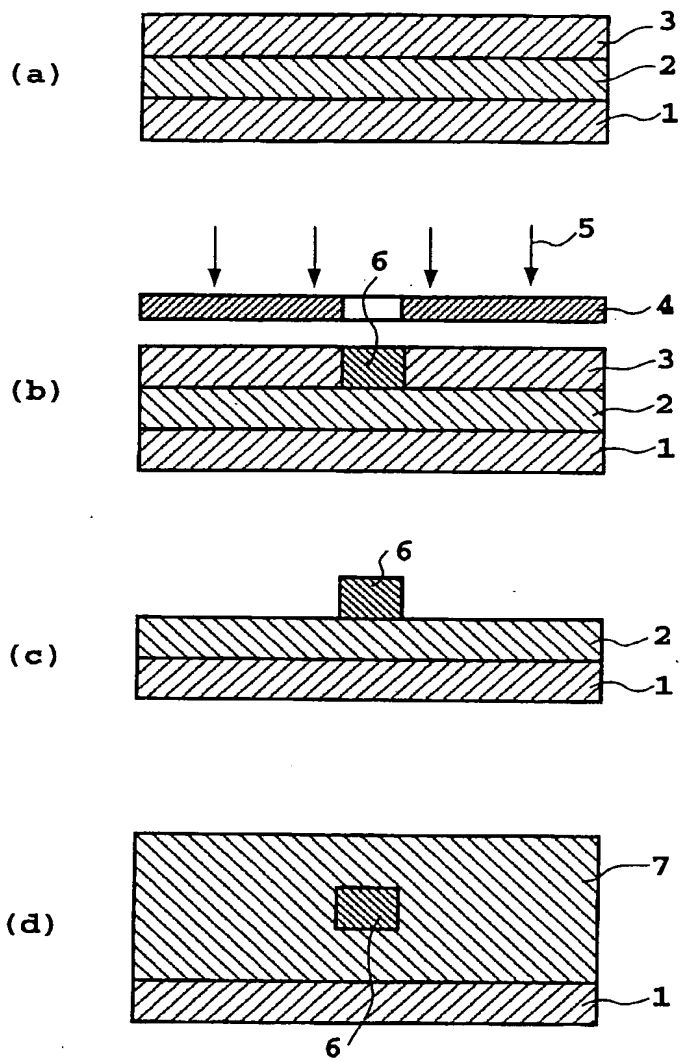


6 光硬化したリッジパターン (コア部分)

7 クラッド部分

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易なパターン形成能を有し、耐熱性および耐湿性に優れ、複屈折が小さくて、加工性に優れていること。

【解決手段】 基板上に特定の反応性オリゴマーおよび光重合開始剤を含む感光性物質を層状に形成し、これにマスクを通してUV光を照射するか、コア部分となるべきパターンにのみ直接UV光を照射してパターン形状の潜像を形成し、その後、UV未照射部分を溶媒にて除去することにより高分子光導波路パターンを形成する。

【選択図】 図 1